

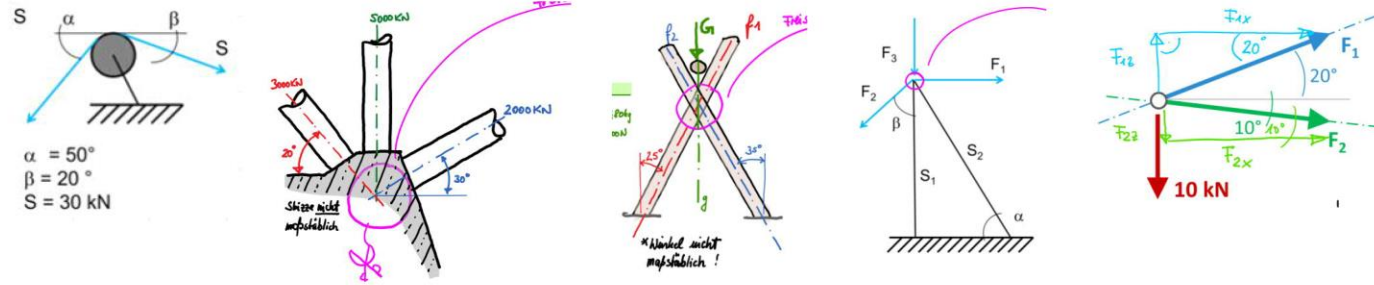
Mechanik und Tragkonstruktion

Verformungen/
Dimensionierung

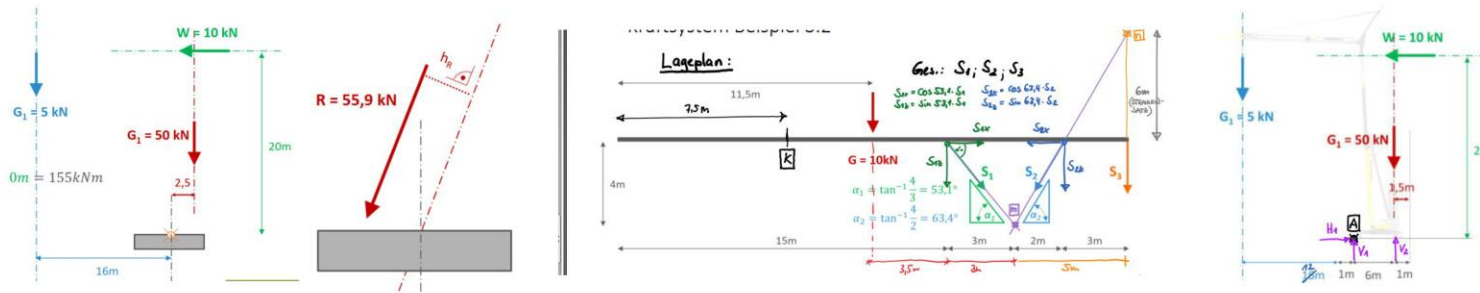
Inhalt Mechanik und Tragkonstruktion

1. Grundbegriffe/Herangehensweise an eine Planungsaufgabe/Beanspruchungen
2. Zentrales Kraftsystem
3. Allgemeines Kraftsystem
4. Tragwerke/Lasten
5. Biegeträger – Schnittkräfte
6. Festigkeitslehre – Querschnittskennwerte, Berechnung von Spannungen, Verformungen, Dimensionierung
7. Wiederholung

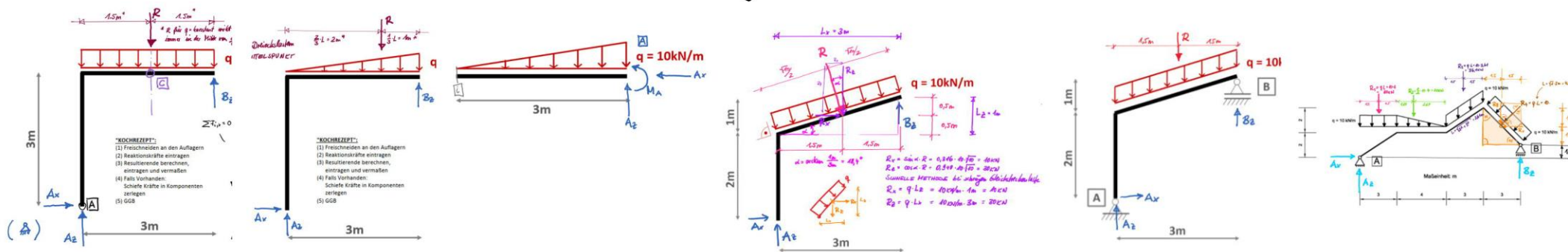
Zentrales Kraftsystem: Resultierende + Gleichgewicht



Allgemeines Kraftsystem: Resultierende + Gleichgewicht

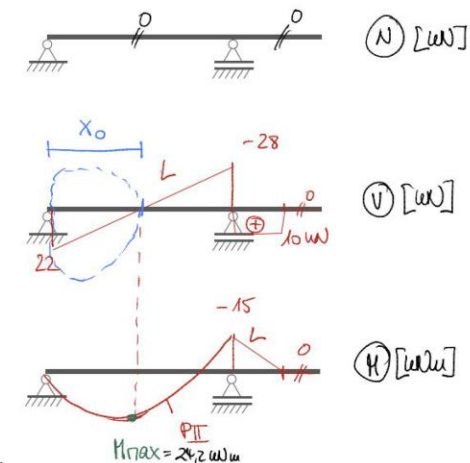
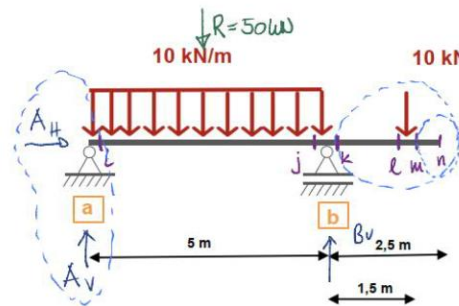
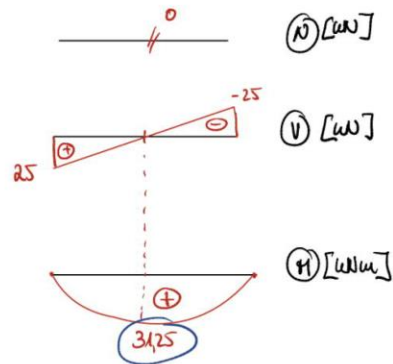
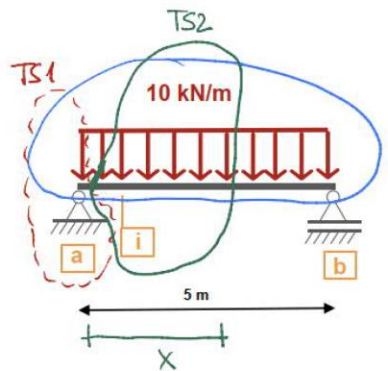
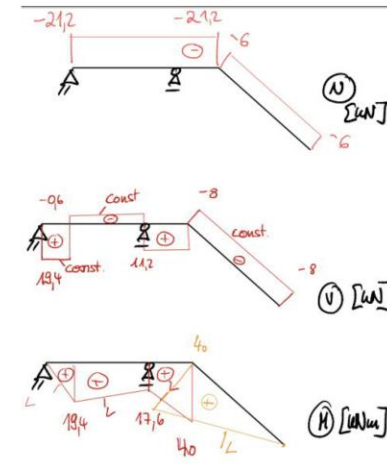
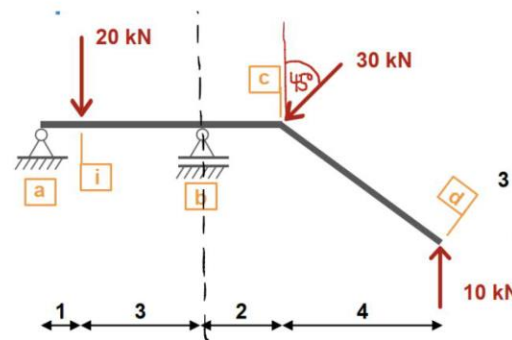
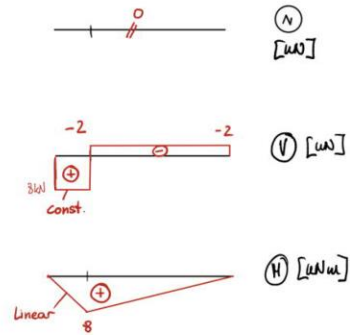
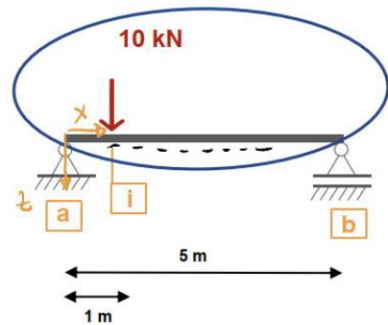


Auflager und Lasten, Gleichgewichtsbedingungen

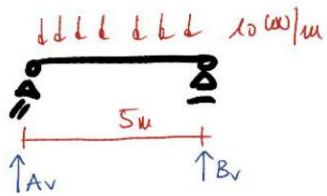
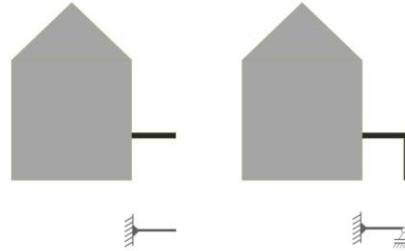


Biegeträger: N -, V -, M -Verläufe bestimmen

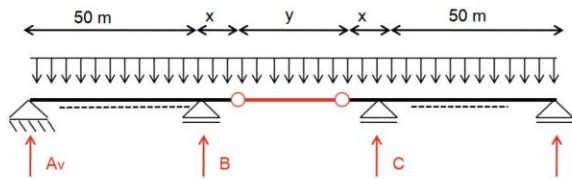
(Durch Berechnung)



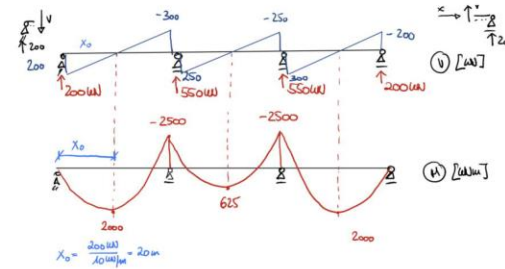
Biegeträger: Auflager, V-, M-Verläufe bestimmen (Durch Tabellen)

[illegible]

Beispiel:
Balkon mit zusätzlicher Stütze

[illegible][illegible]

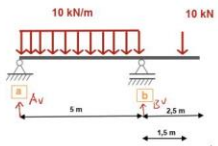
3.3 Gelenkträger (Gerberträger) ¹⁾ mit Streckenlast q				
	$a = 0,1716 l$ $B = 1,172 q l$	$M_1 = 0,0858 q l^2$ $M_2 = 0,1088 q l^2$ $M_3 = -0,0858 q l^2$	$f_1 = \frac{q l^4}{130 E I}$	
	$a = 0,221 l$ $B = 1,086 q l$	$M_1 = 0,0858 q l^2$ $M_2 = 0,0392 q l^2$ $M_3 = -0,0858 q l^2$	$f_1 = \frac{q l^4}{130 E I}$	
	$a = 0,1250 l$ $B = 1,063 q l$	$M_1 = 0,438 q l^2$ $M_2 = 0,0625 q l^2$ $M_3 = -0,0625 q l^2$	$f_1 = \frac{q l^4}{130 E I}$	
	$a = 0,1716 l$ $B = 1,096 q l$	$M_1 = 0,414 q l^2$ $M_2 = 0,0392 q l^2$ $M_3 = -0,0858 q l^2$	$f_1 = \frac{q l^4}{130 E I}$	
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$ $a = \frac{1}{24} \left(\frac{l_1^3}{l_1 + l_2} + \frac{l_2^3}{l_1 + l_2} \right) + \frac{1}{12} l_1 l_2$			
	$\frac{B}{q} = \frac{1}{24} \left(\$			



Überlagerung von Ergebnissen für unterschiedliche Lasten

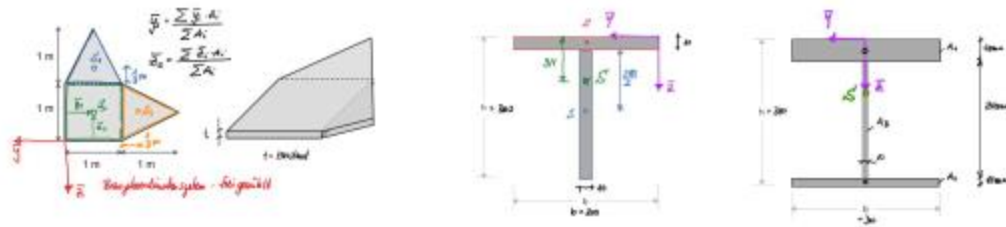
Beispiel:

Wiederholung heute

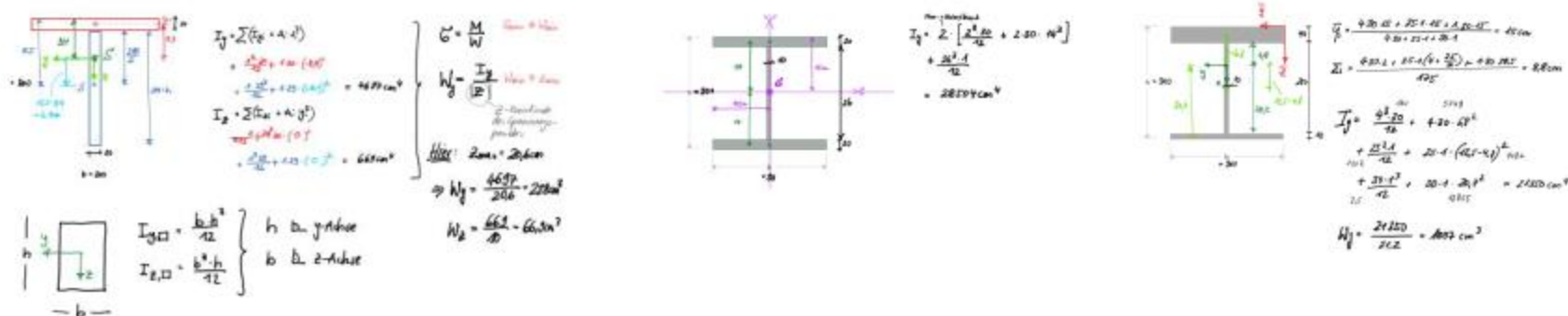


3.3.3 Träger auf drei Stützen mit Krümmung									
EI = konstant		Stützreaktion		max M		Biegelinie		w_max	
L		L/2		max M		w_max		w_max	
L		L/2		max M		w_max		w_max	
	F	$R_1 = \frac{F}{2}$	$R_2 = \frac{F}{2}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{FL}{4}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{FL^3}{48EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{FL^3}{48EI}$
	q	$R_1 = \frac{qL}{2}$	$R_2 = \frac{qL}{2}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{qL^2}{8}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{qL^4}{96EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{qL^4}{96EI}$
	$q(x) = \frac{q_0 x}{L}$	$R_1 = \frac{q_0 L}{6}$	$R_2 = \frac{q_0 L}{3}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{q_0 L^2}{12}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{q_0 L^4}{384EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{q_0 L^4}{384EI}$
	$q(x) = q_0 \left(1 + \frac{x}{L}\right)$	$R_1 = \frac{q_0 L}{2}$	$R_2 = \frac{3q_0 L}{4}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{q_0 L^2}{8}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$
	$q(x) = q_0 \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right)$	$R_1 = \frac{q_0 L}{2}$	$R_2 = \frac{3q_0 L}{4}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{q_0 L^2}{8}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$
	F	$R_1 = \frac{F(L-x)}{L}$	$R_2 = \frac{Fx}{L}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{Fx^2}{L}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{Fx^3}{6EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{Fx^3}{6EI}$
	q	$R_1 = \frac{qL}{2}$	$R_2 = \frac{qL}{2}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{qL^2}{8}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{qL^4}{96EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{qL^4}{96EI}$
	$q(x) = \frac{q_0 x}{L}$	$R_1 = \frac{q_0 L}{6}$	$R_2 = \frac{q_0 L}{3}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{q_0 L^2}{12}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{q_0 L^4}{384EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{q_0 L^4}{384EI}$
	$q(x) = q_0 \left(1 + \frac{x}{L}\right)$	$R_1 = \frac{q_0 L}{2}$	$R_2 = \frac{3q_0 L}{4}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{q_0 L^2}{8}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$
	$q(x) = q_0 \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right)$	$R_1 = \frac{q_0 L}{2}$	$R_2 = \frac{3q_0 L}{4}$	$M_1 = 0$	$M_2 = \frac{q_0 L^2}{8}$	$w_1 = 0$	$w_2 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$	$w_3 = 0$	$w_4 = \frac{q_0 L^4}{96EI}$

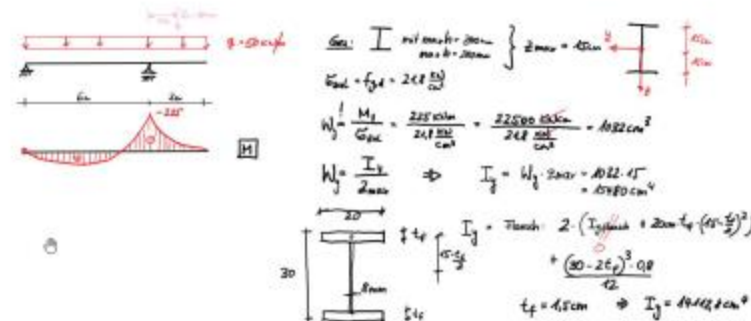
Schwerpunkt berechnen



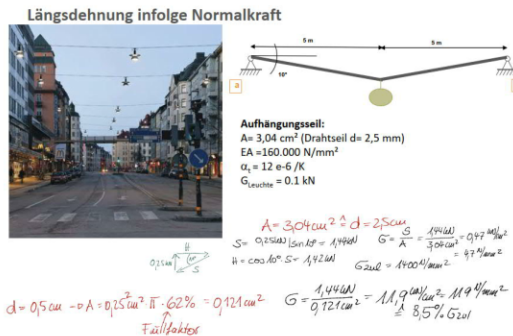
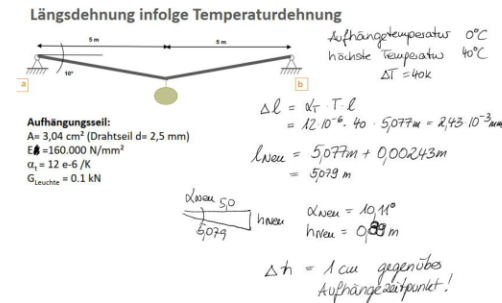
Flächenträgheitsmoment / Widerstandsmoment berechnen



Benennung über zulässige Spannung $\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A}$

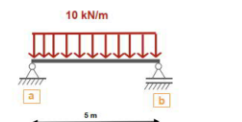


Bemessung über zulässige Spannung $\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A}$

Verformung infolge Normalkraft / Temperatur

Verformungs-Bestimmung mit Tabelle / zul. Verformung

Beispiel:
Einfeldträger mit Streckenlast



Stahlträger HEA 180
 $E = 210.000 \text{ N/mm}^2 = 21.000 \frac{\text{MN}}{\text{cm}^2} = 210.000 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$
 $I_y = 2510 \text{ cm}^4$
 $EI = 21.000 \cdot 2510 = 527.10.000 \frac{\text{MN}}{\text{cm}^2}$
 $= 5271 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$
 $w = \frac{5}{384} \cdot g \cdot l^4 \cdot \frac{1}{EI} =$
 $w = \frac{5}{384} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 5^4 \frac{\text{m}^4}{\text{cm}^4} \cdot \frac{1}{5271 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}} = 0,015 \text{ m} < 0,02 \text{ m}$
 $w_{zul} = \frac{l}{300} = \frac{500 \text{ cm}}{300} = 1,66 \text{ cm}$

I Formeln für Schnitt- und Verschiebungsgrößen									
1.1 Einheitslast		Länge der Stange = Verschiebung							
1.1.1 Träger mit zwei Enden		Abstände		Eingangsgrößen		Ausgangsgrößen			
		a, b		l		η		η^2	
		$0,1$ $0,2$ $0,3$ $0,4$ $0,5$		1 2 3 4 5		0 $0,25$ $0,49$ $0,64$ $0,81$		0 $0,0625$ $0,2401$ $0,4096$ $0,5625$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$		$\frac{a}{l}$ $\frac{b}{l}$	
		$\frac{a}{l}$ <							

Beispiel 1:
Verformung in Feldmitte $\max w = 2 \text{ cm}$
Stahl:
 $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
zul. Spannung $\sigma = 21,8 \text{ N/mm}^2$

$$W = \frac{1}{\epsilon_0} \left(\frac{q}{4\pi r^2} - F \cdot a \right) < 4 \text{ cm}$$

$$E_1 > \frac{1}{q_{02m}} \left[\frac{10 \cdot 10^{-18} \cdot 5^4 \text{ m}^2}{768} - 10 \cdot 10^{-18} \cdot 5^2 \text{ m}^2 \right]$$

$$E_2 > \frac{1}{q_{02m}} [81,38 - 23,44]$$

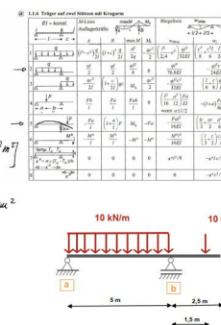
$$E_2 > 2897 \text{ kJ/m}^2 = 28970,104 \text{ W/cm}^2$$

$$J > \frac{28970,104 \text{ W/cm}^2}{21000 \text{ W/m}^2} = 1378 \text{ cm}^2$$

siehe Tabelle $\lambda_f > 110 \text{ cm}^2$

↳ mögliche Querschnitte

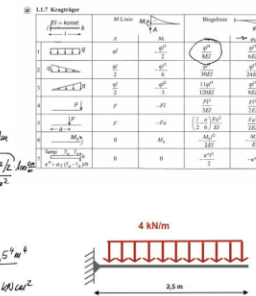
ITE 200	005	150	160
110	110	110	110



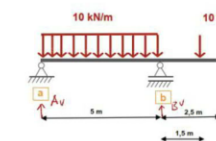
Beispiel 2 a: Kragträger
Verformung in Feldmitte $\max w = 2 \text{ cm}$
Zul. Spannung $\sigma = 21,8 \text{ N/mm}^2$

Stahl:
 $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
 zul. Spannung $\sigma = 218 \text{ N/mm}^2$

$G = \frac{H}{\theta} < G_{zul}$
 $\theta = \frac{H}{G_{zul}} = \frac{+9 \text{ kN}}{218 \frac{\text{Nm}}{\text{m}^2}} = \frac{12,500 \text{ Nm}}{4 \text{ mm} \cdot 25 \cdot 25 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\text{m}^2}} = \frac{4 \text{ mm}}{218 \frac{\text{Nm}}{\text{m}^2}}$
 $\omega_{\text{q}} > 57,34 \text{ cm}^3$
 $\omega = \frac{1}{8} \frac{q}{g_{\text{q}}} \leq 902 \text{ cm}^3$
 $EJ \times \frac{1}{902 \text{ cm}^3} \cdot \left[\frac{q}{8} \right] = \frac{4 \text{ kN/m} \cdot 2,5^3 \text{ m}}{8}$
 $\rightarrow EJ \geq 876,5 \frac{\text{Nm}^2}{\text{cm}^3} = 87,65625 \text{ kNm}^2$
 $J_{\text{q}} \geq \frac{876,5 \cdot 625}{21000} = 465 \text{ cm}^4$
 $\Rightarrow \text{gew. IPE 140 oder HEA 120}$



Beispiel:
Wiederholung heute

[illegible]

Stahlbeton-Vorbemessung für Rechteckquerschnitte VORLAGE

① Einwirkendes Moment : M_{sd} bestimmen $= M_g \cdot 1,35 + M_q \cdot 1,5$
 M_g : Eigengewicht, M_q : Verkehr und andere Lasten
 Sicherheitsbeiwerte Lastseite: $\gamma_G = 1,35$ $\gamma_Q = 1,5$
 zusätzlich berücksichtigen

② Querschnitt als $\square$ vorgeben:
 $b = \dots$ $h = \dots$
 $g_{träger} = b \cdot h \cdot 25 \frac{kg}{m^3}$

③ Innerer Hebelarm: $z = \alpha_s \cdot d = \alpha_s \cdot (h - \text{Betondeckung})$
 (Betondeckung wird vorgegeben) $d = h - \text{nom } c$

④ Bewehrung auf Zugseite vorgeben

8 mm	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm	28 mm
0,50 cm ²	0,79 cm ²	1,13 cm ²	1,54 cm ²	2,01 cm ²	3,14 cm ²	4,91 cm ²	6,16 cm ²

mit Mindestabstand: $a > 20 \text{ mm}$ oder $a > \phi_{\text{Stab}}$ überprüfen, wie viele Stäbe hineinpassen
 $n = \frac{(b - 2 \cdot \text{nom } c)}{2 \cdot \phi} \Rightarrow A_s = n \cdot A_{\phi}$ Tabelle

⑤ F_{sd} berechnen: $F_{sd} = A_s \cdot f_{yd} = A_s \cdot \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15}$

⑥ $M_{ed} = F_{sd} \cdot z$

$100\% \geq \frac{M_{ed}}{M_{Rd}} \geq 80\% \checkmark \rightarrow \textcircled{7}$

$\frac{M_{ed}}{M_{Rd}} < 80\%$ unwirtschaftlich $\rightarrow \textcircled{2}$ Querschnitt verkleinern / Stahlmenge verringern

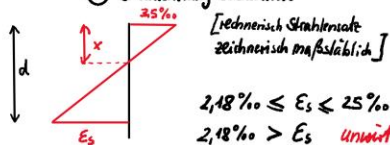
$\frac{M_{ed}}{M_{Rd}} > 100\%$ unsicher $\rightarrow \textcircled{2}$ Querschnitt vergrößern / Stahlmenge vergrößern

⑦ Vorgabe Betonfestigkeit f_{ck}

⑧ Betondruckzone berechnen

$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{1,5}$ $F_{cd} = 0,95 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_b$ mit $F_{cd} \stackrel{!}{=} F_{sd} \Rightarrow h_b = \frac{F_{sd}}{0,95 \cdot f_{cd} \cdot b}$ Höhe der Betondruckzone: $x = \frac{h_b}{0,8}$

⑨ Stahldehnung bestimmen



$2,18\text{‰} \leq \epsilon_s \leq 25\text{‰} \checkmark \rightarrow \textcircled{10}$

$2,18\text{‰} > \epsilon_s$ unwirtschaftlich $\rightarrow \textcircled{2}$ Querschnitt verkleinern oder $\rightarrow \textcircled{4}$ Stahl reduzieren

$\epsilon_s > 25\text{‰}$ unsicher $\rightarrow \textcircled{2}$ Querschnitt vergrößern oder $\rightarrow \textcircled{4}$ Stahl erhöhen

⑩ Innerer Hebelarm:

$z = d - \frac{1}{2} h_b$ $\left\{ \begin{array}{l} z \geq 0,95 \cdot z_{\text{aus } ⑧} \checkmark \\ z < 0,95 \cdot z_{\text{aus } ⑧} \rightarrow \textcircled{2} \text{ Querschnitt vergrößern} \end{array} \right.$

Begriffe:

M_{sd} : Summe aller einwirkenden Momente

$[d = \text{"design"}: \text{inklusive Teilsicherheitsbeiwerte } \gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,5]$

M_{Rd} : Aufnehmbares Moment

$\text{nom } c$: Betondeckung

h, b : Breite; Höhe Betongquerschnitt

d : statisch wirksame Höhe

z : innerer Hebelarm

x : Betondruckzonenhöhe

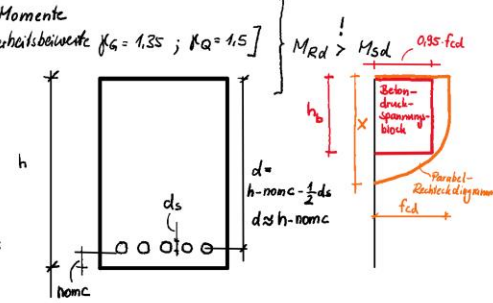
h_b : Höhe des Rechteck-Spannungsblocks

f_{ck} : Charakteristische Betondruckfestigkeit

f_{cd} : Bemessungs-Betondruckfestigkeit

F_{cd} : Betondruckkraft

F_{sd} : Stahlzugkraft

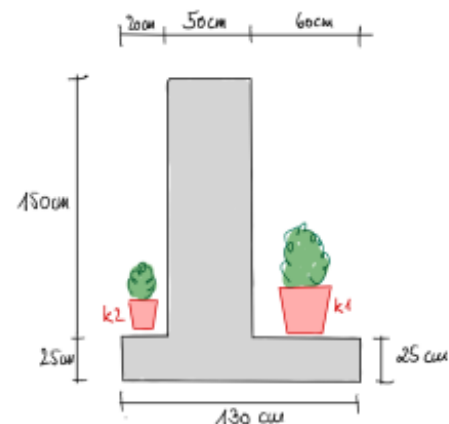


	Kenngröße	Festigkeitsklassen														
		C16/20	C25/30	C35/45	C50/60	C12/15	C20/25	C20/27	C40/50	C50/60						
1	f_{ck}	12 ^a	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
2	$f_{ck, cube}$	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	115

Klausur - Aufbau

Aufgabe 3 (11 p)

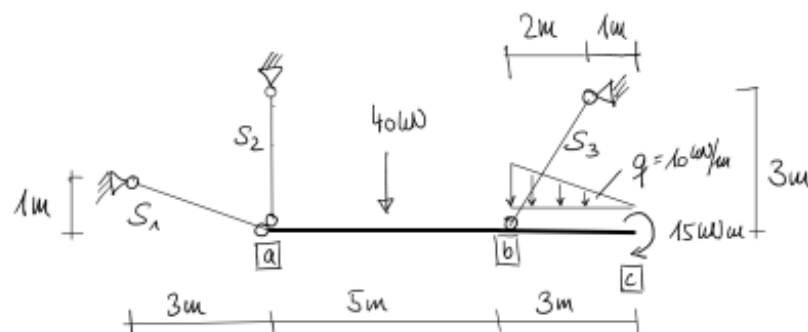
Für die dargestellte Winkelstützwand mit Auflast (2 Blumenkübel K1 und K2) soll die Lage der resultierenden Gewichtskraft bestimmt werden.



Gewicht des Pflanzkübel: K1 = 500 kg; K2 = 300 kg
Gewicht der Winkelstützmauer: G = 2150 kg

- Berechnen Sie zunächst die Lage des Schwerpunktes der Winkelstützmauer (grau hinterlegte Fläche).
- Berechnen Sie anschließend die Lage der resultierenden Kraft aus Blumenkübeln und Winkelstützmauer und stellen Sie diese in einer Skizze dar. Die Blumenkübel sind jeweils in der Mitte der Auskragungen platziert.

Aufgabe 4 (18 p)



Der dargestellte geknickte Stab wird an drei Stäben befestigt. Schneiden Sie den geknickten Stab frei und stellen Sie die Stabkräfte mit der angenommenen Wirkungsrichtung dar. Berechnen Sie die Stabkräfte

Name:

Vorname:

Mat.-Nr.:

Unterschrift:

ERGEBNIS:

____ / 99 Punkten

NOTE:

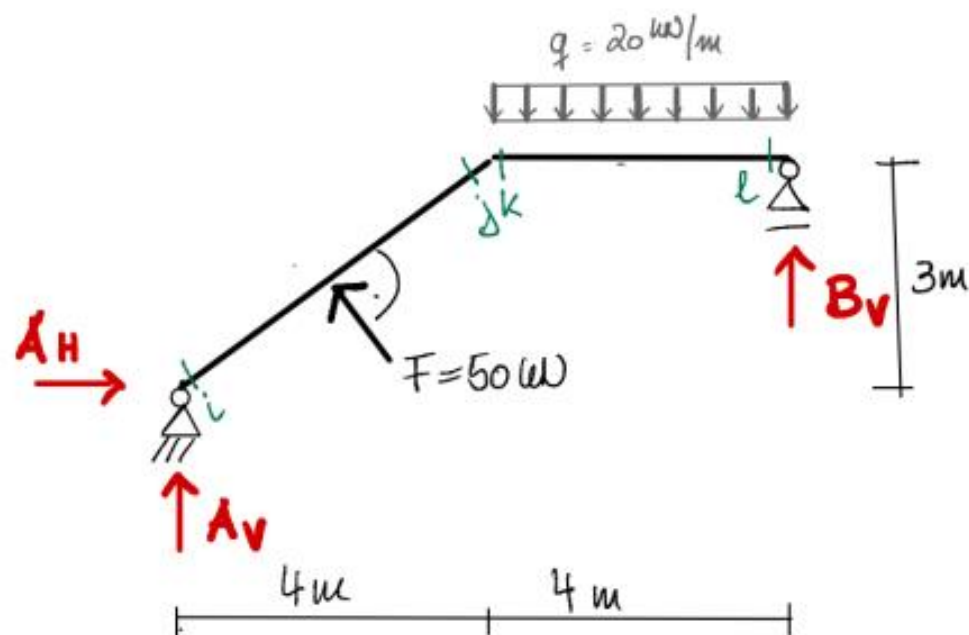
Durch meine obige Unterschrift bestätige ich, dass ich mich gesundheitlich in der Lage fühle, die nachfolgende Prüfung zu bearbeiten.

Ich ermächtige den Prüfer, die Noten durch die Matrikelnummer anonymisiert vor der offiziellen Bekanntmachung durch das Prüfungsamt bekanntzugeben.

Hinweise:

- Zu Beginn: auf dem Aufgabenblatt Ihren Namen und Matrikelnummer eintragen und selbiges unterschreiben.
- Versehen Sie jedes beschriebene Blatt mit Name und Matrikelnummer.
- Sämtliche Blätter sind ausschließlich einseitig zu beschreiben.
- Benutzen Sie AUSSCHLIEßLICH das ausgeteilte Papier. Versehen Sie jedes beschriebene Blatt mit Name und Matrikelnummer
- Schreiben Sie mit Tinte oder Kugelschreiber - NICHT mit Bleistift. Bleistift darf bei Zeichnungen verwendet werden.
- Zugelassene Hilfsmittel:
- Formelsammlung inklusive 2 selbst beschriebene Blätter (wird kontrolliert!)
- Taschenrechner
- Bitte legen Sie am Ende der Klausur Ihre beschriebenen Blätter in die Aufgabenstellung.
- Am Ende der Klausur werden Ihre Arbeiten in derselben Reihenfolge eingesammelt, wie die Aufgabenblätter ausgeteilt wurden. Wenn Sie die Abgabe verzögern, führt dies zu einem Punktabzug von 2 Punkten. Bitte respektieren Sie also die Zeit und die Ansage des Klausurendes.

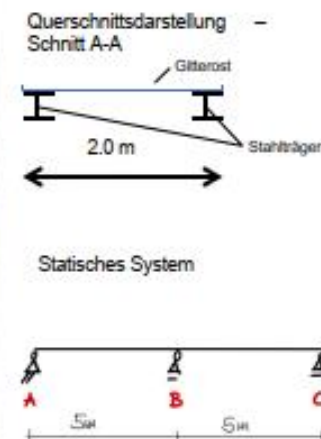
Aufgabe 1 (49 p)



Folgendes ist für das dargestellte System zu bearbeiten:

- Bestimmen Sie die Auflagerkräfte
- Bestimmen Sie die Schnittkräfte an den Stellen i, j, k und l. Stellen Sie hierzu jeweils in einer Skizze den betrachteten Teilschnitt dar.
- Stellen Sie die Schnittkraftlinien N, V und M dar. Berechnen Sie das maximale Moment und dessen Lage.

Aufgabe 2 (21 p)



Die dargestellte Fußgängerbrücke spannt über zwei Felder mit je 5 m Spannweite. Sie besteht aus 2 Stahlträgern, auf denen Gitterroste aufliegen und an denen die Geländer befestigt sind. Der Abstand der Träger beträgt 2 m. Dies ist auch die anzunehmende Brückenbreite.

Für das dargestellte statische System ist folgendes zu bestimmen:

- Bestimmung der Belastung eines Trägers für eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast der Höhe 5 kN/m² und eine Gewichtslast des Gitterrosts von 0,3 kN/m². Stellen Sie die Belastung im statischen System dar.
- Bestimmen Sie mit den auf den nächsten Seiten dargestellten Tabellen, die maßgebenden Schnittgrößen des Trägers (maximales Moment; Moment in Brückenmitte)
- Welcher Querschnitt (HEA-Profil, siehe Tabelle nächste Seite) ist erforderlich, um die Spannung infolge des maximalen Biegemomentes aufzunehmen? Zulässige Spannung $\sigma = 21,8 \text{ kN/cm}^2$
- Das Bauunternehmen schlägt vor die Träger in zwei Stücken zu liefern und sie auf dem Mittelauger nicht zu verbinden. Prüfen Sie, ob für das geänderte statische System der von Ihnen gewählte Querschnitt noch ausreichend ist (Darstellung des statischen Systems, Bestimmung des maximalen Moments, Spannungsnachweis, Verformungsnachweis $f_{rel} = \text{Spannweite}/300$)

1.4.1 Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten über 2 bis 5 Felder²⁾

	Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
						
Momente		Tafelwert $\cdot q l^2$				Tafelwert $\cdot F l$
Kräfte		Tafelwert $\cdot q l$				Tafelwert $\cdot F$

Die Feldmomente M_1, M_2 usw. sind die Größtwerte der Feldmomente in den Feldern 1, 2 usw.

Lastfall	Kraftgrößen						
		Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
	M_1	0,070	0,048	0,056	0,062	0,156	0,222
	M_b	-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,188	-0,333
	A	0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,667
	B	1,250	0,656	0,786	0,911	1,375	2,667
	B	-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,688	-1,333
	M_1	0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	0,278
	M_b	-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
	A	0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,833
	C	-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
	M_1	0,080	0,054	0,064	0,071	0,175	0,244
	M_2	0,025	0,021	0,024	0,025	0,100	0,067
	M_b	-0,100	-0,063	-0,074	-0,085	-0,150	-0,267
	A	0,400	0,188	0,226	0,265	0,350	0,733
	B	1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
	V_{sl}	-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,267
	V_{sr}	0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
	M_1	0,101	0,068	0,080	0,090	0,213	0,289
	M_2	-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
	M_b	-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
	A	0,450	0,219	0,263	0,307	0,425	0,867
	M_1	0,075	0,052	0,061	0,067	0,175	0,200
	M_2	-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
	M_b	-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
	A						
	B						
	M_b	-0,117	-0,073	-0,087	-0,099	-0,175	-0,311
	M_c	-0,033	-0,021	-0,025	-0,029	-0,050	-0,089
	A	1,200	0,626	0,749	0,871	1,300	2,533
	B						
	C						
	V_{sl}	-0,617	-0,323	-0,387	-0,449	-0,675	-1,311
	V_{sr}	0,583	0,303	0,362	0,421	0,625	1,222
	M_b	0,017	0,011	0,013	0,015	0,025	0,044
	A	-0,067	-0,042	-0,050	-0,057	-0,100	-0,178
	B	0,017	0,011	0,013	0,015	0,025	0,044
	V_{sr}	-0,083	-0,053	-0,062	-0,071	-0,125	-0,222
	M_1	0,077	0,052	0,062	0,069	0,170	0,238
	M_2	0,036	0,028	0,032	0,034	0,116	0,111
	M_b	-0,107	-0,067	-0,080	-0,091	-0,161	-0,286
	M_c	-0,071	-0,045	-0,053	-0,060	-0,107	-0,190
	A	0,393	0,183	0,220	0,259	0,339	0,714
	B	1,143	0,590	0,707	0,822	1,214	2,381
	C	0,929	0,455	0,546	0,638	0,892	1,810
	V_{sl}	-0,607	-0,317	-0,380	-0,441	-0,661	-1,286
	V_{sr}	0,536	0,273	0,327	0,381	0,554	1,095
	V_{sl}	-0,464	-0,228	-0,273	-0,319	-0,446	-0,905
	M_1	0,100	0,067	0,079	0,088	0,210	0,286
	M_2	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	-0,080	-0,143
	M_b	-0,036	-0,023	-0,027	-0,031	-0,054	-0,095
	A	0,446	0,217	0,260	0,298	0,420	0,857
	M_1	0,080	0,056	0,065	0,071	0,183	0,222
	M_2	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	-0,080	-0,143
	M_b	-0,036	-0,023	-0,027	-0,031	-0,054	-0,095
	A	-0,054	-0,034	-0,040	-0,046	-0,080	-0,143

¹⁾ Ungünstige Laststellung siehe S. 4.20.

²⁾ Die folgende Tafel kann auch näherungsweise bei ungleichen Stützweiten verwendet werden, wenn $\min l > 0,8 \max l$ ist. Die Kraftgrößen an den Innenstützen (Stützmomente; Auflager- und Querkkräfte) sind dann mit den Mittelwerten der jeweils benachbarten Stützweiten zu ermitteln.

Breite I-Träger

Reihe HE-AA = I PBII

Besonders leichte Ausführung

Mantelfläche U siehe Seite 26

Rechenwerte siehe Seite 35

Reihe HE-A = I PBI

Leichte Ausführung

[illegible]

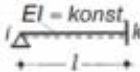
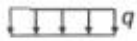
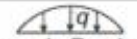
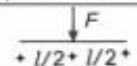
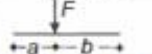
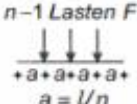
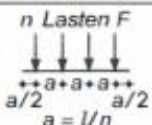
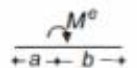
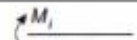
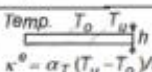
1 Formeln für Schnitt- und Verschiebungsgrößen

1.1 Einzelstab, Vereinbarung: $\triangleleft$ Lager überträgt nur Vertikalkraft

@ 1.1.1 Träger auf zwei Stützen, $\alpha = a/l$, $\beta = b/l$

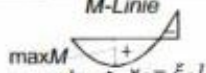
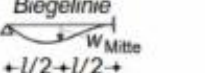
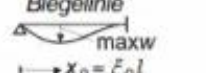
	$El = \text{konst.}$ 	Auflagerkräfte 	M-Linie 	Biegelinie
		A B	max M	w_{Mitte}
1		$\frac{ql}{2}$ $\frac{ql}{2}$	$\frac{ql^2}{8}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{ql^4}{76,8EI}$
2		$\frac{ql}{6}$ $\frac{ql}{3}$	$\frac{ql^2}{15,59}$ bei $\xi_0 = 0,577$	$\frac{ql^4}{153,6EI}$
3		$\frac{ql}{3}$ $\frac{ql}{6}$	$\frac{ql^2}{15,59}$ bei $\xi_0 = 0,423$	$\frac{ql^4}{153,6EI}$
4		$\frac{2q_i + q_k}{6} l$ $\frac{q_i + 2q_k}{6} l$	$\left(\frac{q_i + q_k - q_i \xi_0}{2} \xi_0\right) \xi_0^2 l^2$ bei $\xi_0 = \frac{(2q_i + q_k)/\sqrt{3}}{q_i \sqrt{3} + \sqrt{q_i^2 + q_i q_k + q_k^2}}$	$\frac{q_i + q_k}{153,6EI} l^4$
5		$\frac{ql}{3}$ $\frac{ql}{3}$	$\frac{ql^2}{9,6}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{61 ql^4}{5760EI}$
6		$\frac{F}{2}$ $\frac{F}{2}$	$\frac{Fl}{4}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{Fl^3}{48EI}$
7		βF αF	$\alpha \beta Fl$ bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \leq \frac{1}{2}: \frac{3-4\alpha^2}{48EI} \alpha Fl^3$
8		$\frac{n-1}{2} F$ $\frac{n-1}{2} F$	n gerade: $\frac{n}{8} Fl$	$\frac{nFl^3}{76,8EI} \left(1 - \frac{0,8}{n^2}\right)$
			n ungerade: $\frac{n}{8} Fl \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$	$\frac{nFl^3}{76,8EI} \left(1 - \frac{0,8}{n^2} - \frac{0,2}{n^4}\right)$
9		$\frac{n}{2} F$ $\frac{n}{2} F$	n gerade: $\frac{n}{8} Fl$	$\frac{nFl^3}{76,8EI} \left(1 + \frac{0,4}{n^2}\right)$
			n ungerade: $\frac{n}{8} Fl \left(1 + \frac{1}{n^2}\right)$	$\frac{nFl^3}{76,8EI} \left(1 + \frac{0,4}{n^2} + \frac{0,2}{n^4}\right)$
9a			$\frac{x_0^2}{l} (F_1 + F_2)$ bei $x_0 = \frac{1}{2} \left(l - \frac{F_2}{F_1 + F_2} c\right)$ wenn $x_0 + c \leq l$	
10		$-\frac{M^e}{l}$ $\frac{M^e}{l}$	$\alpha \leq \frac{1}{2}: \beta M^e$ bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \leq \frac{1}{2}: \frac{1-4\alpha^2}{16EI} M^e l^2$
			$\alpha \geq \frac{1}{2}: -\alpha M^e$ bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \geq \frac{1}{2}: \frac{4\beta^2-1}{16EI} M^e l^2$
11		$\frac{M_k - M_i}{l}$ $-\frac{M_k - M_i}{l}$	M_i oder M_k	$\frac{M_i + M_k}{16EI} l^2$
12		0 0	0	$\frac{\kappa^e l^2}{8}$
13		0 0	0	$\frac{w_i + w_k}{2}$

@ 1.1.2 Einseitig eingespannter Träger¹⁾, $\alpha = a/l$, $\beta = b/l$

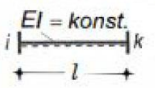
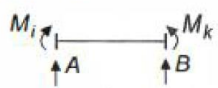
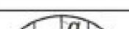
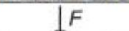
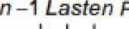
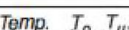
$EI = \text{konst}$ 				
		A	B	M_k
1		$\frac{3ql}{8}$	$\frac{5ql}{8}$	$-\frac{ql^2}{8}$
2		$\frac{ql}{10}$	$\frac{2ql}{5}$	$-\frac{ql^2}{15}$
3		$\frac{11ql}{40}$	$\frac{9ql}{40}$	$-\frac{7ql^2}{120}$
4		$\frac{11q_i + 4q_k}{40} l$	$\frac{9q_i + 16q_k}{40} l$	$-\frac{7q_i + 8q_k}{120} l^2$
5	 quadr. Parabel	$\frac{7ql}{30}$	$\frac{13ql}{30}$	$-\frac{ql^2}{10}$
6	 + l/2 + l/2 +	$\frac{5F}{16}$	$\frac{11F}{16}$	$-\frac{3Fl}{16}$
7	 + a + b +	$\frac{3-\beta}{2} \beta^2 F$	$\frac{3-\alpha^2}{2} \alpha F$	$-\frac{1-\alpha^2}{2} \alpha Fl$
8	 + a + a + a + a + a = l/n	$\left(3n-4+\frac{1}{n}\right) \frac{F}{8}$	$\left(5n-4-\frac{1}{n}\right) \frac{F}{8}$	$-\left(1-\frac{1}{n^2}\right) \frac{n}{8} Fl$
9	 + a + a + a + a + a/2 a/2 a = l/n	$\left(3n-\frac{0,5}{n}\right) \frac{F}{8}$	$\left(5n+\frac{0,5}{n}\right) \frac{F}{8}$	$-\left(1+\frac{0,5}{n^2}\right) \frac{n}{8} Fl$
10	 + a + b +	$-(1-\alpha^2)1,5 \frac{M^e}{l}$	$(1-\alpha^2)1,5 \frac{M^e}{l}$	$\frac{3\alpha^2-1}{2} M^e$
11		$-1,5 \frac{M_i}{l}$	$1,5 \frac{M_i}{l}$	$-\frac{1}{2} M_i$
12	 Temp. T_o, T_u $\kappa^e = \alpha_T (T_u - T_o) / h$	$-1,5 \kappa^e \frac{EI}{l}$	$1,5 \kappa^e \frac{EI}{l}$	$-1,5 \kappa^e EI$
13	 w_i, w_k	$(w_k - w_i)3 \frac{EI}{l^3}$	$-(w_k - w_i)3 \frac{EI}{l^3}$	$(w_k - w_i)3 \frac{EI}{l^2}$
14	 φ_k	$3 \frac{EI}{l^2} \varphi_k$	$-3 \frac{EI}{l^2} \varphi_k$	$3 \frac{EI}{l} \varphi_k$

¹⁾ Weitere Lastfälle s. S. 4, 10.

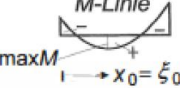
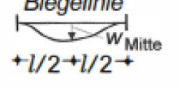
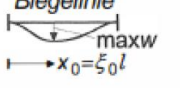
Einseitig eingespannter Träger (Fortsetzung), $\alpha = a/l$, $\beta = b/l$

				
	$M\text{-Linie}$ $\max M$ $x_0 = \xi_0 l$	$Biegelinie$ w_{Mitte} $+l/2 + l/2$	$Biegelinie$ $\max w$ $x_0 = \xi_0 l$	
1	$\frac{9ql^2}{128}$ bei $\xi_0 = 0,375$	$\frac{ql^4}{192EI}$	$\frac{ql^4}{184,6EI}$ bei $\xi_0 = 0,422$	1
2	$\frac{ql^2}{33,54}$ bei $\xi_0 = 0,447$	$\frac{3ql^4}{1280EI}$	$\frac{ql^4}{419,3EI}$ bei $\xi_0 = 0,447$	2
3	$\frac{ql^2}{23,65}$ bei $\xi_0 = 0,329$	$\frac{11ql^4}{3840EI}$	$\frac{ql^4}{328,1EI}$ bei $\xi_0 = 0,402$	3
4	$\left[1,5q_i + (q_k - q_i)\xi_0\right] \frac{\xi_0^2 l^2}{3}$ bei $\xi_0 = \frac{0,55q_i + 0,2q_k}{\sqrt{\frac{9q_i^2 + 7q_iq_k + 4q_k^2}{20} + q_i}}$	$\frac{11q_i + 9q_k}{3840EI} l^4$		4
5	$\frac{ql^2}{16,89}$ bei $\xi_0 = 0,399$	$\frac{5ql^4}{1152EI}$	$\frac{ql^4}{222,5EI}$ bei $\xi_0 = 0,427$	5
6	$\frac{Fl}{6,4}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{7Fl^3}{768EI}$	$\frac{Fl^3}{107,3EI}$ bei $\xi_0 = 0,447$	6
7	$\frac{3-\beta}{2} \alpha \beta^2 Fl$ bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \leq 0,5: (3-5\alpha^2) \alpha F l^3 / (96EI)$ $\alpha \geq 0,5: (9-11\beta) \beta^2 F l^3 / (96EI)$		7
8	$\max M < \frac{nFl}{128} \left(3 + \frac{1}{n^2}\right)^2$ $\max M > \frac{nFl}{128} \left(9 - \frac{10}{n^2} + \frac{1}{n^4}\right)$	n gerade: $\frac{nFl^3}{384EI} \left(2 - \frac{1}{n^2}\right)$ n ungerade: $\frac{nFl^3}{384EI} \left(2 - \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^4}\right)$		8
9	$\max M < \frac{nFl}{128} \left(9 + \frac{13}{n^2} + \frac{0,25}{n^4}\right)$ $\max M > \frac{nFl}{128} \left(3 - \frac{0,5}{n^2}\right)^2$	n gerade: $\frac{nFl^3}{384EI} \left(2 + \frac{0,5}{n^2}\right)$ n ungerade: $\frac{nFl^3}{384EI} \left(2 + \frac{0,5}{n^2} + \frac{1}{n^4}\right)$		9
10	$-(1-\alpha^2) \alpha 1,5 M^e$ li. von M^e $[1 - (1-\alpha^2) \alpha 1,5] M^e$ re. von M^e bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \leq 0,5: \frac{1-5\alpha^2}{32EI} M^e l^2$ $\alpha \geq 0,5: \frac{11\beta-6}{32EI} \beta M^e l^2$		10
11	M_i	$\frac{M_i l^2}{32EI}$	$\frac{M_i l^2}{27EI}$ bei $\xi_0 = \frac{1}{3}$	11
12	M_k	$\frac{\kappa^e l^2}{32}$	$\frac{\kappa^e l^2}{27}$ bei $\xi_0 = \frac{1}{3}$	12
13	M_k	$\frac{5w_i + 11w_k}{16}$	w_i oder w_k	13
14	M_k	$\frac{3}{16} \varphi_k l$	$0,19245 \varphi_k l$ bei $\xi_0 = 0,577$	14

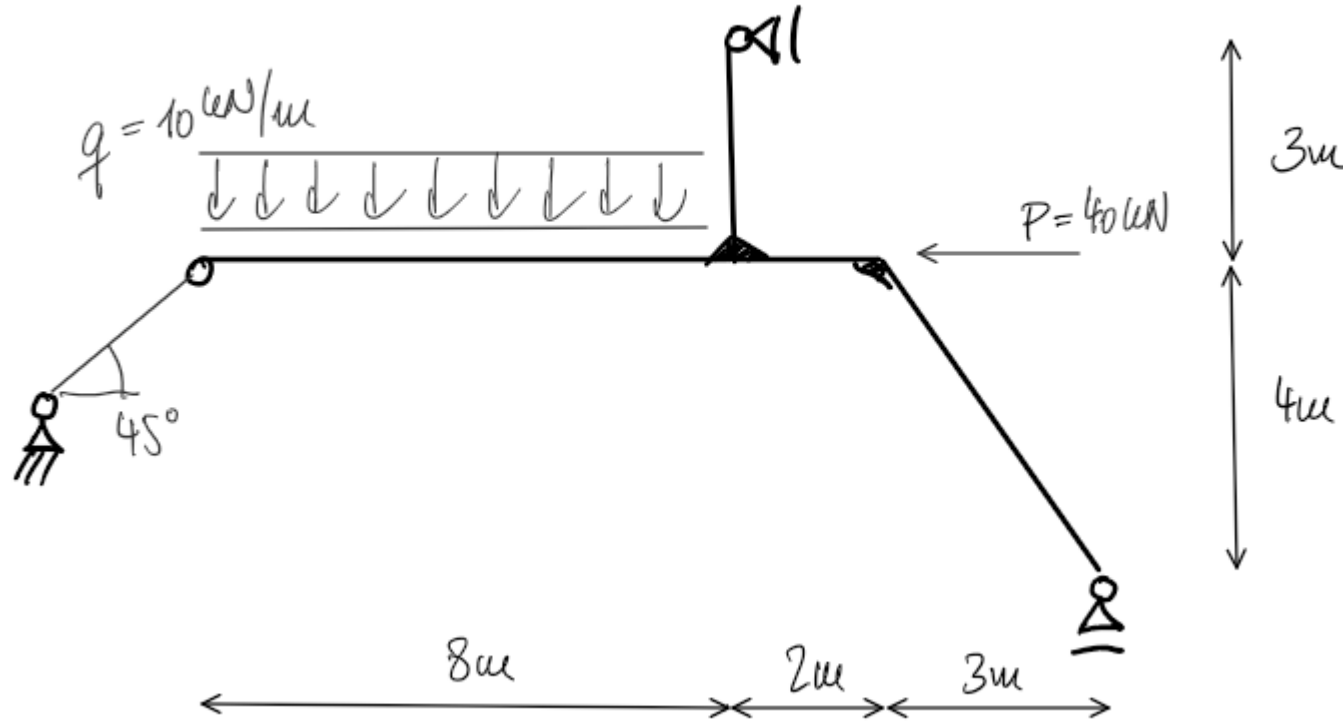
@ 1.1.3 Beidseitig eingespannter Träger¹⁾, $\alpha = a/l$, $\beta = b/l$

	$EI = \text{konst.}$ 				
		A	B	M_i	M_k
1		$\frac{ql}{2}$	$\frac{ql}{2}$	$-\frac{ql^2}{12}$	$-\frac{ql^2}{12}$
2		$0,15ql$	$0,35ql$	$-\frac{ql^2}{30}$	$-\frac{ql^2}{20}$
3		$0,35ql$	$0,15ql$	$-\frac{ql^2}{20}$	$-\frac{ql^2}{30}$
4		$(0,35q_i + 0,15q_k)l$	$(0,15q_i + 0,35q_k)l$	$-\frac{1,5q_i + q_k}{30}l^2$	$-\frac{q_i + 1,5q_k}{30}l^2$
5	 quadr. Parabel	$\frac{ql}{3}$	$\frac{ql}{3}$	$-\frac{ql^2}{15}$	$-\frac{ql^2}{15}$
6	 $+l/2 + l/2+$	$\frac{F}{2}$	$\frac{F}{2}$	$-\frac{Fl}{8}$	$-\frac{Fl}{8}$
7	 $+a + b+$	$(3-2\beta)\beta^2 F$	$(3-2\alpha)\alpha^2 F$	$-\alpha\beta^2 Fl$	$-\alpha^2\beta Fl$
8	 $n-1 \text{ Lasten } F$ $+a+a+a+a+$ $a = l/n$	$\frac{n-1}{2}F$	$\frac{n-1}{2}F$	$-\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)\frac{n}{12}Fl$	$-\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)\frac{n}{12}Fl$
9	 $n \text{ Lasten } F$ $+a+a+a+a+$ $a/2 \quad a/2$ $a = l/n$	$\frac{n}{2}F$	$\frac{n}{2}F$	$-\left(1 + \frac{0,5}{n^2}\right)\frac{n}{12}Fl$	$-\left(1 + \frac{0,5}{n^2}\right)\frac{n}{12}Fl$
10	 M^e $+a + b+$	$-6\alpha\beta\frac{M^e}{l}$	$6\alpha\beta\frac{M^e}{l}$	$-(3\beta-2)\beta M^e$	$(3\alpha-2)\alpha M^e$
11	 $T_{\text{emp.}} \quad T_o \quad T_u$ $\kappa^e = \alpha_T(T_u - T_o)/h$	0	0	$-\kappa^e EI$	$-\kappa^e EI$
12	 $w_i \quad w_k$	$(w_k - w_i)12\frac{EI}{l^3}$	$-(w_k - w_i)12\frac{EI}{l^3}$	$-(w_k - w_i)6\frac{EI}{l^2}$	$(w_k - w_i)6\frac{EI}{l^2}$
13	 $\phi_i \quad \phi_k$	$-6\frac{EI}{l^2}\phi_i$	$6\frac{EI}{l^2}\phi_i$	$4\frac{EI}{l}\phi_i$	$-2\frac{EI}{l}\phi_i$
14	 $\phi_i \quad \phi_k$	$6\frac{EI}{l^2}\phi_k$	$-6\frac{EI}{l^2}\phi_k$	$-2\frac{EI}{l}\phi_k$	$4\frac{EI}{l}\phi_k$

Beidseitig eingespannter Träger (Fortsetzung), $\alpha = a/l$, $\beta = b/l$

	 M-Linie $\max M$ $x_0 = \xi_0 l$	 Biegelinie w_{Mitte} $+l/2 + l/2+$	 Biegelinie $\max w$ $x_0 = \xi_0 l$	
	$\max M$	w_{Mitte}	$\max w$	
	$\frac{ql^2}{24}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{ql^4}{384EI}$	$\frac{ql^4}{384EI}$ bei $\xi_0 = 0,5$	1
	$\frac{ql^2}{46,64}$ bei $\xi_0 = 0,548$	$\frac{ql^4}{768EI}$	$\frac{ql^4}{764,2EI}$ bei $\xi_0 = 0,525$	2
	$\frac{ql^2}{46,64}$ bei $\xi_0 = 0,452$	$\frac{ql^4}{768EI}$	$\frac{ql^4}{764,2EI}$ bei $\xi_0 = 0,475$	3
	$\left(\frac{q_i}{2} + \frac{q_k - q_i}{3}\xi_0\right)\xi_0^2 l^2 + M_i$ bei $\xi_0 = \frac{0,7q_i + 0,3q_k}{\sqrt{0,3(q_i^2 + q_k^2) + 0,4q_i q_k + q_i}}$	$\frac{q_i + q_k}{768EI}l^4$		4
	$\frac{3ql^2}{80}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{13ql^4}{5760EI}$	$\frac{13ql^4}{5760EI}$ bei $\xi_0 = 0,5$	5
	$\frac{Fl}{8}$ bei $\xi_0 = 0,5$	$\frac{Fl^3}{192EI}$	$\frac{Fl^3}{192EI}$ bei $\xi_0 = 0,5$	6
	$2\alpha^2\beta^2 Fl$ bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \leq \frac{1}{2}: (3-4\alpha)\alpha^2 Fl^3/(48EI)$ $\alpha \geq \frac{1}{2}: (3-4\beta)\beta^2 Fl^3/(48EI)$		7
n gerade:	$\frac{nFl}{24}\left(1 + \frac{2}{n^2}\right)$	$\frac{nFl^3}{384EI}$	$\frac{nFl^3}{384EI}$ bei $\xi_0 = 0,5$	8
n ungerade:	$\frac{nFl}{24}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$	$\frac{nFl^3}{384EI}\left(1 - \frac{1}{n^4}\right)$	$\frac{nFl^3}{384EI}\left(1 - \frac{1}{n^4}\right)$ bei $\xi_0 = 0,5$	
n gerade:	$\frac{nFl}{24}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$	$\frac{nFl^3}{384EI}$	$\frac{nFl^3}{384EI}$ bei $\xi_0 = 0,5$	9
n ungerade:	$\frac{nFl}{24}\left(1 + \frac{2}{n^2}\right)$	$\frac{nFl^3}{384EI}\left(1 + \frac{1}{n^4}\right)$	$\frac{nFl^3}{384EI}\left(1 + \frac{1}{n^4}\right)$ bei $\xi_0 = 0,5$	
	$-(1-3\alpha+6\alpha^2)\beta M^e$ li. von M^e $(1-3\beta+6\beta^2)\alpha M^e$ re. von M^e bei $\xi_0 = \alpha$	$\alpha \leq 0,5: \frac{1-2\alpha}{8EI}\alpha M^e l^2$ $\alpha \geq 0,5: \frac{2\beta-1}{8EI}\beta M^e l^2$		10
	$-\kappa^e EI$ ($M = \text{konst.}$)	0	0	11
	M_i oder M_k	$\frac{w_i + w_k}{2}$	w_i oder w_k	12
	M_i	$\frac{1}{8}\phi_i l$	$\frac{4}{27}\phi_i l$ bei $\xi_0 = \frac{1}{3}$	13
	M_k	$\frac{1}{8}\phi_k l$	$\frac{4}{27}\phi_k l$ bei $\xi_0 = \frac{2}{3}$	14

Beispiel Schnittgrößen/Auflagerkräfte



Beispiel Dimensionierung



Belastung aus Schnee und Eigengewicht:

$$q = 0,7 \text{ kN/m}^2$$